

## Überspannung vermeiden



© shutterstock\_8913793

Transiente Überspannungen bzw. kurzzeitige Spannungsspitzen können elektronische Komponenten in industriellen Anlagen schädigen und Stand- oder Ausfallzeiten verursachen – umso wichtiger ist der Schutz von Anlagen und Geräten. Hier spielen Überspannungsschutzvorrichtungen eine zentrale Rolle, um Ausfälle zu vermeiden.

Der Schutz vor kurzzeitigen Spannungsspitzen wird immer schwieriger aufgrund von zusehends komplexeren technischen Anlagen mit immer kleineren, leistungsfähigeren Geräten, die in ihrem Funktionsumfang wachsen und dadurch noch anfälliger werden. Beispielsweise weisen die in Industrieanlagen eingesetzten Schaltnetzteile eine hohe Spannungsfestigkeit auf, allerdings kann die Stromversorgung die durch Transienten auftretende hohe Impulsenergie oft nicht oder nur ungenügend ableiten.

*Autor:  
Frank Stocker,  
Field Application Engineer  
Power Supplies  
Schukat electronic  
www.schukat.com*

Durch die zunehmende Industrieautomation steigt die Anzahl potentieller Störquellen und störanfälliger Produkte. Platz ist kostbar – in immer kleineren Anlagen werden Komponenten mit räumlich weniger Abstand verbaut. Für den nötigen Datenaustausch sind die Anlagenteile zunehmend miteinander vernetzt. So wachsen die Datenübertragungsnetze, und die angeschlossenen Anlagenteile sind vermehrt Störungen ausgesetzt. Auch die Datenleitungen stellen durch eingekoppelte Überspannungen ohne ausreichenden Schutz ein hohes Ausfallrisiko dar.

### Entstehung von Überspannungen

Nicht nur Blitzschlag (LEMP, Lightning Electro Magnetic Pulse) zählt zu den Hauptursachen von transienten Überspannungen, sondern noch häufiger sind sie auf Schaltvor-

gänge angeschlossener elektrischer Komponenten (SEMP, Switching Electro Magnetic Pulse) zurückzuführen. Die auftretenden Überspannungen unterscheiden sich in ihrer Amplitude, Dauer und Frequenz.

Bei einem Blitzschlag reichen Einschläge in unmittelbarer oder entfernter Umgebung aus, um durch die hohe kurzzeitige Energieentladung elektrische Anlagen zu schädigen. Schlägt der Blitz in Freileitungen ein, bauen sich hohe Stoßspannungen auf, die sich über die Leitung fortsetzen und schließlich angeschlossene Geräte erreichen. In einer Anlage, die mit mehreren Erdungspunkten verbunden ist, bewirkt ein Blitzschlag eine hohe Potentialdifferenz. Als Folge können die an die betroffenen Netze angeschlossenen Geräte zerstört oder in ihrem Betrieb massiv beeinträchtigt werden.

### Schaltvorgänge verursachen Stoßspannungen

Durch Schaltvorgänge verursachte Stoßspannungen haben eine geringere Energieintensität als Blitzeinschläge, allerdings treten sie deutlich häufiger auf. Dazu zählen durch das Ein- oder Ausschalten von elektrischen Energiequellen hervorgerufene Phänomene. In industriellen Anlagen entstehen sie beispielsweise beim Starten von Motoren oder beim Einschalten von Transformatoren, aber auch durch weitere induktive Lasten, beim Schalten großer kapazitiver Lasten oder beim Auslösen von Sicherungen und Leitungsschutzschaltern sowie beim Herabfallen von Stromleitungen. Im Gegensatz zu temporären Überspannungen von einigen Sekunden mit wenigen hundert Volt bewirken sie Transienten von bis zu 6 kV mit Anstiegszeiten in der Größenordnung von einigen Mikrosekunden. Diese wiederum stören den Betrieb von Geräten und können einige Hundertmal pro Jahr in elektrischen Anlagen auftreten (Bild 1).

### Folgen und Schutz vor Überspannungen

Transiente Überspannungen beeinträchtigen elektronische Geräte auf verschiedene Art und Weise in unterschiedlicher Intensität. Es kann sein,

dass Hardwareschäden ausbleiben, dennoch können sie zu temporären Betriebsstörung bzw. einem undefinierten Betrieb der Anlage durch Daten- oder Übertragungsfehler führen, auch Programmabstürze oder das Löschen von Speicherinhalten sind möglich, bis hin zur Zerstörung der Hardware aufgrund eines Spannungsdurchschlags von Halbleiterübergängen, oder die Zerstörung der Bonddrahtanschlüsse von Bauelementen oder der Leiterbahnen. Jeder Hardware-Defekt bedeutet zusätzliche Servicekosten, Einschränkungen und ein mehr oder weniger langer Stillstand der Anlage.

In glimpflicheren Fällen führen die skizzierten Schaltvorgänge nur zu kleineren Überspannungen, und die angeschlossenen Geräte bleiben eventuell verschont. Dennoch bedeuten sie Stress für die in den Geräten verbauten elektronischen Komponenten, der eine vorzeitigen Alterung und letztlich eine deutlich verkürzte Betriebswartung zur Folge hat.

## Wirkungsvollen Schutz

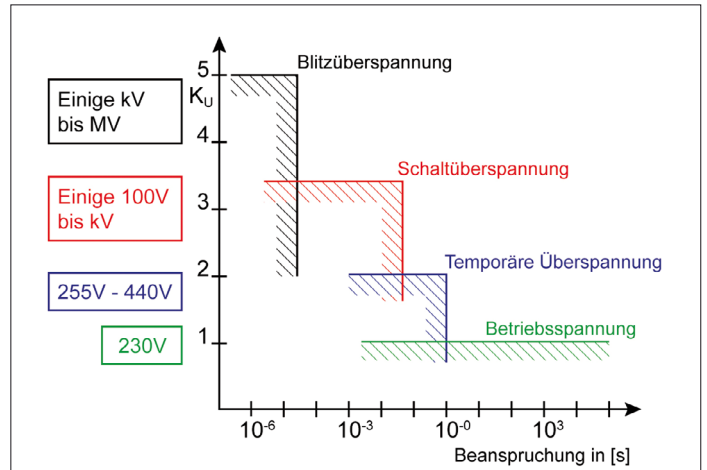
bietet hier der Einsatz eines Überspannungsschutzgeräts (Surge Protective Device, SPD). Diese Bezeichnung trifft allgemein auf alle Geräte zum Schutz vor Spannungsspitzen zu. Für ausreichenden Schutz müssen die Komponenten je nach Risiko ausgewählt und unter Einhaltung der anwendbaren Normen installiert werden. Information zu Anforderungen und Prüfungen von SPDs für den Einsatz in Niederspannungsanlagen enthalten nationale und internationale Normen, z. B. EN 61643-11 und die UL 1449.

## Funktionsweise eines Überspannungsschutzgeräts

Das Herzstück der Anlage ist das SPD. Als Sicherheitselement hat es die Aufgabe, die Anlage störungsfrei vor transienten Überspannungen zu schützen. In der Regel basieren Überspannungsschutzgeräte auf Varistoren oder gasgefüllten Funkenstrecken bzw. einer Kombination aus beidem. Letzteres stellt den bestmöglichen Kompromiss zwischen den wichtigsten Merkmalen für einen effizienten Überspannungsschutz dar, nämlich einer schnellen Ansprechzeit von unter 25 ns und einem möglichst hohen Ableitstrom. Der maximale Ableitstoßstrom, der bei Überspannungsschutzgeräten vorkommen kann, ist der maximale Stoßstrom mit 8/20  $\mu$ s Impuls. Diesem kann ein Überspannungsschutzgerät standhalten, ohne dass es zerstört wird. Der Nennableitstoßstrom ist der Wert des Stoßstroms, dem ein Überspannungsschutzgerät mehrfach standhalten kann, ohne dass es zur Zerstörung kommt. Im Falle einer anliegenden Überspannung leitet das SPD die Energie ab und reduziert die maximale Restspannung auf einen definierten Schutzpegel (Bild 2).

## Schutzpegel

Den Schutzpegel des Überspannungsschutzgeräts müssen Anwender so wählen, dass er auf die Spannungsfestigkeit der zu schützenden Geräte abgestimmt ist. Grundsätzlich ist zwischen Grob-, Mittel und Feinschutz zu unterscheiden. Dabei gilt: je niedriger der Schutzpegel, desto besser der Über-



**Bild 1: Spannungsebene und Beanspruchungszeit im Energieversorgungssystem.**

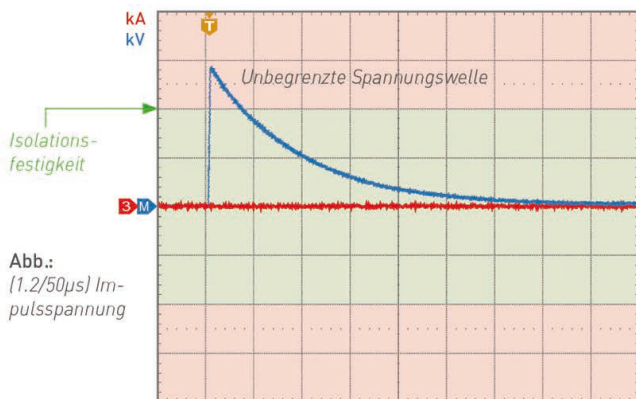
spannungsschutz. Die IEC-Norm 60364 schreibt einen Schutzpegel von maximal 2,5 kV für Überspannungsschutzgeräte vor, die am Eingang von 230-V- oder 400-V-Netzen zum Einsatz kommen. Dieser Wert entspricht der Spannungsfestigkeit von robusten elektromechanischen Geräten und sollte durch einen Feinschutz möglichst weiter reduziert werden.

## Schutz der Daten- und Steuerungsleitungen

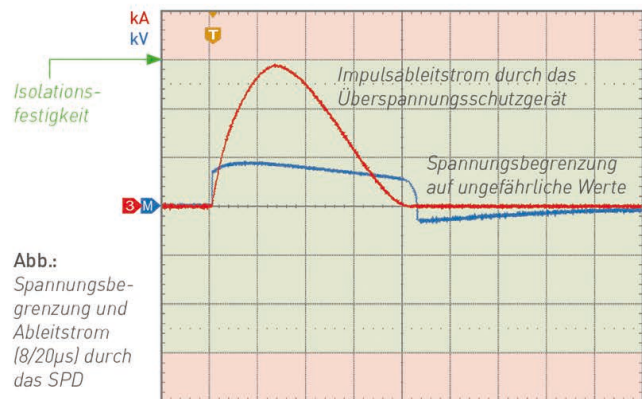
Neben dem Schutz für die 230-VAC- bzw. 400-VAC-Versorgungsleitungen ist bei vernetzten Anlagen zusätzlich der Schutz der Daten- und Steuerungsleitungen zu berücksichtigen. Auch auf die Datenleitungen koppeln sich schadhafte Überspannungen ein, und die Spannungsfestigkeit der Schnittstellenbausteine kann relativ gering ausfallen. Ein am Einspeisepunkt ange-

brachter Grob- bzw. Mittelschutz, der mittlerweile auch bei industriellen Neuanlagen vorgeschrieben ist, reicht allein oft nicht aus. Bei Leitungslängen ab ca. 10 Metern zum Endgerät, bei Systemen in industrieller Umgebung und vor allem beim Betrieb im Freien empfiehlt sich ein Typ-2- oder Typ-3-Ableiter bzw. eine Kombination aus beiden direkt am Endgerät oder im zugehörigen Schaltschrank. Hierfür stehen SPDs sowohl für die Montage auf der Hutschiene als auch zum Einbau im Endsystem mit Litzen, Steck- oder Schraubanschluss zur Verfügung (Bild 3).

Das SPD schützt das Gerät unabhängig von der Höhe der Überspannung. Übersteigt die Impulsenergie die Ableitfähigkeit des Schutzelementes, wird dieses zwar eventuell überlastet, das Endsystem ist jedoch auch in diesem Fall weiterhin geschützt.



**Abb.: (1.2/50 $\mu$ s) Impulsspannung**



**Abb.: Spannungsbegrenzung und Ableitstrom (8/20 $\mu$ s) durch das SPD**

**Bild 2: Unbeeinflusste Überspannung (links) vs. anliegende Überspannung bei Berücksichtigung eines aktiven Schutzes mittels SPD (rechts).**